



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS**

LAURA FLORES NOGUEIRA

HISTÓRICO DO MERCADO DE SEMENTES DE MILHO NO BRASIL

Sete Lagoas, MG

2024

LAURA FLORES NOGUEIRA

HISTÓRICO DO MERCADO DE SEMENTES DE MILHO NO BRASIL

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Iran Dias Borges

Coorientador: Prof. Dra. Elaine Cristina Dias Franco

Sete Lagoas, MG

2024

LAURA FLORES NOGUEIRA

HISTÓRICO DO MERCADO DE SEMENTES DE MILHO NO BRASIL

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 01 de março de 2024.

Banca avaliadora:

Dr. Iran Dias Borges, Orientador — UFSJ - CSL

Dra. Elaine Cristina Dias Franco— UFSJ - CSL

Ênio Marcilio de Miranda Gomes — UFV

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez os meus objetivos fossem alcançados, dentro de todos os meus anos de estudo.

Aos meus pais e irmãos, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização de um sonho.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formado.

E aos meus professores, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o meu aprendizado.

RESUMO

A cadeia produtiva de milho é de extrema importância para o país, haja vista que o Brasil na safra 2022/23 foi um dos maiores produtores mundiais da commodity com 125,8 milhões de toneladas. As adaptações genéticas e a tecnologia do milho híbrido têm impulsionado a produtividade, consolidando sua posição como pilar essencial no aumento da produção. É importante destacar que o aumento no número de cultivares transgênicos resulta em uma expansão da área cultivada com milho que incorpora alguma tecnologia na semente. A biotecnologia tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de práticas e produtos eficazes no controle de doenças, tornando a agricultura mais sustentável. O mercado do agronegócio tem passado por grandes fusões e aquisições que impactaram diretamente as empresas e o produtor. Deste modo, tem-se como objetivo de o trabalho realizar uma revisão bibliográfica narrativa elucidando a história da cultura, seguida por uma discussão sobre as empresas produtoras de sementes, principalmente no âmbito nacional e como elas se reafirmaram no mercado.

Palavras-chave: Fusão. Aquisição. Milho. Semente.

ABSTRACT

The corn supply chain is of utmost importance to the country, given that Brazil, in the 2022/23 harvest, was one of the world's largest producers of the commodity, with 125.8 million tons. Genetic adaptations and hybrid corn technology have driven productivity, solidifying its position as a crucial pillar in increasing production. It is noteworthy that the increase in the number of transgenic cultivars results in an expansion of the cultivated area with corn incorporating some technology in the seed. Biotechnology has significantly contributed to the development of effective practices and products in disease control, making agriculture more sustainable. The agribusiness market has undergone significant mergers and acquisitions that have directly impacted companies and producers. Thus, the objective of this work is to conduct a narrative literature review elucidating the history of the culture, followed by a discussion on seed-producing companies, particularly on a national scale, and how they have reaffirmed their presence in the market.

Keywords: Merger. Acquisition. Corn. Seed.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA.....	8
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
3.1 A cultura do milho.....	9
3.1.1 Botânica, características morfológicas e fenológicas.....	9
3.1.2 Origem e dispersão.....	11
3.2 Histórico das empresas produtoras de sementes de milho.....	13
3.3 A questão dos transgênicos dentro do panorama do melhoramento genético do milho.....	18
3.3.1 Melhoramento genético.....	20
3.3.2 Biotecnologia.....	21
3.3.3 Cenário atual de cultivares de milho.....	23
4 CONCLUSÃO.....	25
5 REFERÊNCIAS.....	26
Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ.....	31

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem ganhado cada vez mais espaço no cenário agrícola mundial (Contini et al., 2019). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), em 2018 o Brasil se tornou o segundo maior exportador de milho no mundo, ultrapassando a China e ficando atrás dos Estados Unidos. Ainda de acordo com a CONAB a previsão da produção do cereal na safra 2022/23 é de 125,8 milhões de toneladas, com aumento esperado de 11,2% comparado à safra anterior, uma vez que o plantio do milho primeira safra cresceu em todas as regiões produtoras do cereal.

O milho é uma commodity de extrema importância para a agricultura brasileira, cultivado em todas as regiões do País, em mais de dois milhões de estabelecimentos agropecuários, sua produção ocorre em diferentes épocas, face às condições climáticas das regiões. Nas últimas décadas, a cultura passou por transformações profundas, destacando-se sua redução como cultura de subsistência de pequenos produtores e o aumento do seu papel em uma agricultura comercial eficiente, com deslocamento geográfico e temporal da produção (Contini et al., 2019).

Além da relevância no aspecto de segurança alimentar, na alimentação humana e, principalmente, animal, é possível produzir com o milho uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas, polímeros, etc. (Miranda, 2018). Contudo, a cultura do milho foi sofrendo adaptações genéticas ao longo dos anos para alcançar tais índices de produtividade. Estima-se que os milhos atuais produzem cerca de cinquenta vezes mais do que os milhos primitivos. Tais resultados relevantes são fruto do uso da tecnologia no cultivo que permitiu uma maior adaptabilidade, estabilidade e potencial produtivo, o que contribuiu para o desenvolvimento do milho híbrido. Até os dias atuais, os fatos comprovam que a tecnologia do milho híbrido é cada vez mais utilizada e está consolidada como um dos pilares dos constantes aumentos de produtividade do cereal. (Pereira Filho; Borghi, 2020).

Considerando a importância do debate sobre como o milho tornou-se uma das principais culturas cultivadas no mundo, o objetivo deste artigo foi realizar uma revisão bibliográfica narrativa elucidando a história da cultura, seguida por uma discussão sobre as empresas produtoras de sementes, principalmente no âmbito nacional e como elas se reafirmaram no mercado.

2 METODOLOGIA

Para construção desse estudo optou-se por utilizar uma revisão bibliográfica. Artigos de revisão compõem uma forma de pesquisa que utilizam de fontes de informações bibliográficas para obtenção de resultados adquiridos por outros autores com o objetivo de fundamentar teoricamente um determinado objetivo.

Revisões da literatura constituem o primeiro passo para construção do conhecimento científico (Botelho; Cunha; Macedo, 2012). Isso acontece, pois é através desse método de pesquisa que novas teorias surgem, bem como facilitam a identificação de lacunas sobre determinado assunto (Ingram, et al., 2006).

Nesse estudo, optou-se por utilizar o processo de revisão bibliográfico denominado narrativo. Normalmente esse tipo de revisão é utilizada para descrever ou discutir o desenvolvimento e/ou o “estado da arte” de um determinado objeto de estudo, sob o ponto de vista contextual ou teórico (Rother, 2007).

Para Klopper, et al. (2007) esse método possui um papel de extrema relevância para educação continuada, uma vez que, permite ao leitor se atualizar sobre determinado assunto em um espaço de tempo limitado. Deve-se estar claro, também que esse tipo de revisão, valoriza a abordagem qualitativa do autor e, portanto, sem uma metodologia capaz de ser reproduzida (Rother, 2007).

De modo a cumprir com os objetivos propostos anteriormente, realizou-se, primeiramente, uma revisão não sistêmica da bibliografia com auxílio dos principais mecanismos de busca científica existentes. Entre eles podemos citar: (i) a plataforma SciELO (*Scientific Eletronic Library Online*); (ii) o Google Acadêmico; (iii) o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). De modo a delimitar o tema de pesquisa, utilizou-se algumas palavras chaves de busca. As palavras chaves utilizadas foram: milho, sementes, empresas, produção, híbridos, transgênicos, conjugadas através dos operadores booleanos “AND” e “OR”. Para garantir uma melhor sistematização da busca, as palavras chaves utilizadas foram procuradas tanto de modo isolado quanto intercaladas.

Com o objetivo de dar maior credibilidade aos resultados, utilizou-se informações apenas provenientes de artigos científicos, resumos em anais de congressos com pelo menos três edições, teses, dissertações e monografias. A fim de alcançar os objetivos propostos três tópicos foram construídos: A cultura do milho; Histórico das empresas produtoras de sementes de milho; A questão dos transgênicos dentro do panorama do melhoramento genético do milho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A cultura do milho

3.1.1 Botânica, características morfológicas e fenológicas

De acordo com a classificação botânica, o milho pertence à ordem Poales, à família Poaceae, à subfamília Panicoideae, à tribo Maydeae, ao gênero *Zea* e à espécie *Zea mays* (Queiroz, 2009). É uma das poucas espécies econômicas nativas das Américas. Trata-se de uma planta herbácea anual com um ciclo completo que varia de quatro a cinco meses. O milho é classificado como uma planta monoica, apresentando flores femininas nas axilas das folhas (espigas) e flores masculinas na extremidade superior (panículas) (Toledo, 1980).

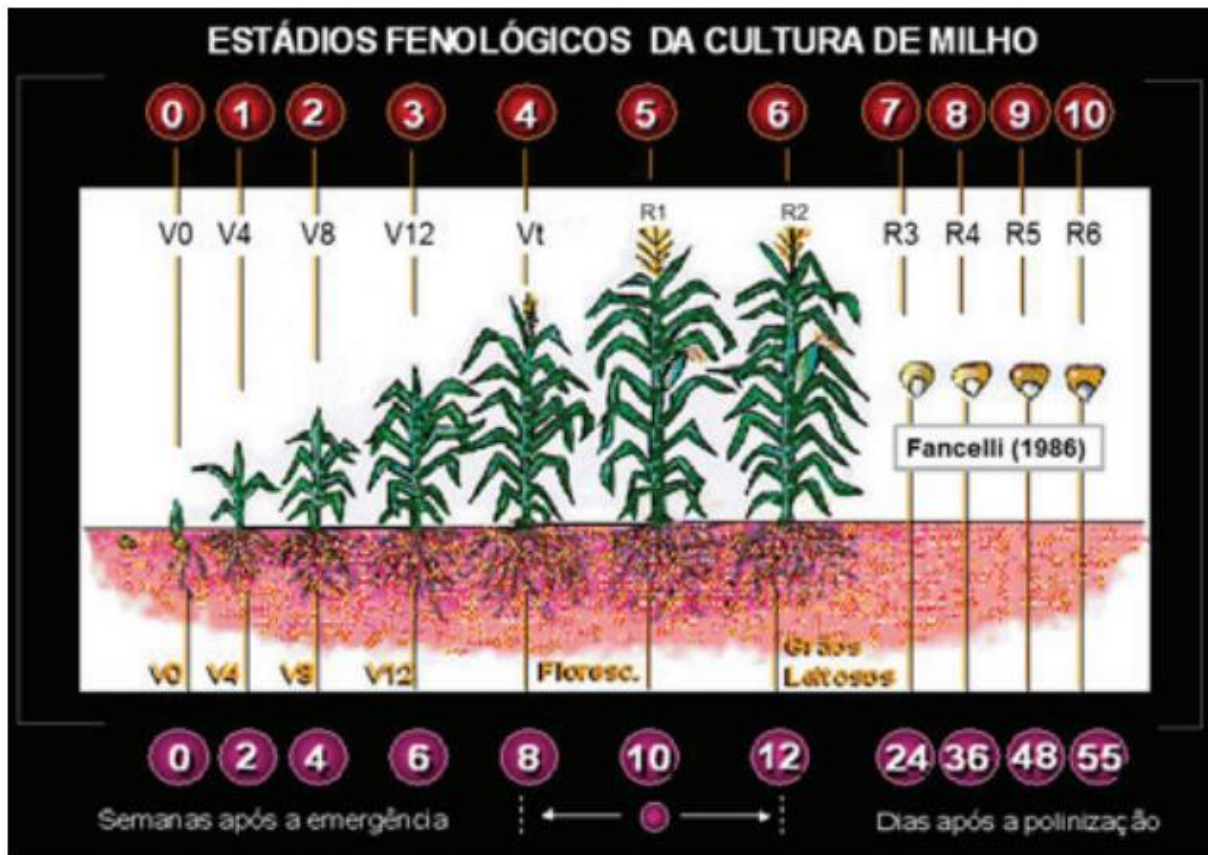
A tabela 1 ilustra os estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R) do milho. Os estádios vegetativos são numerados como V1, V2, V3 até o V (n), sendo o último estágio antes do pendoamento representado por VT. Os estádios iniciais e finais são identificados como VE (emergência) e VT (pendoamento), respectivamente (Magalhães; Durães, 2006). Os estádios reprodutivos incluem florescimento (R1), grão leitoso (R2), grão pastoso (R3), grão farináceo –duro (R4) e maturidade fisiológica (R6) (Figura 1).

Tabela 1: Estádios vegetativos e reprodutivos de uma planta de milho.

Estádios Vegetativos	Estádios Reprodutivos
VE – Emergência	R1 – Florescimento
V1 – Primeira folha	R2 – Grão leitoso
V2 – Segunda folha	R3 – Grão pastoso
V3 – Terceira folha	R4 – Grão farináceo – duro
V6 – Sexta folha	R6 – Maturidade fisiológica
V9 – Nona folha	
V12 – Décima segunda folha	
V15 – Décima quinta folha	
V18 – Décima oitava folha	
VT – Pendoamento	

Fonte: Ritchie, Hanway e Benson (2003).

Figura 1: Ciclo de cultura do milho: estádios fenológicos de desenvolvimento.



Fonte: Fancelli, 1986; adaptado de Nel & Smit, 1978 e Hanaway, 1982

A planta de milho possui um caule do tipo colmo, formado por nós e entrenós. As folhas, distribuídas de forma alternada na parte superior do caule, são caracterizadas por um limbo foliar largo, comprido e liso, formando um ângulo de 90° com o caule por meio de uma resistente nervura principal (Morais, 2012). O sistema radicular, típico das gramíneas, é do tipo fasciculado ou em "cabeleira", atingindo uma profundidade de 1,5 a 3,0 metros. Este sistema radicular, localizado nas camadas mais superficiais até 0,30 metros, explica a pouca tolerância à deficiência hídrica. Adicionalmente, raízes do tipo escoras, conhecidas como adventícias, auxiliam na fixação do caule e na absorção de sais minerais em solução (Fornasieri Filho, 2007).

O período vegetativo do milho é influenciado por fatores climáticos, e o florescimento geralmente ocorre entre 5 a 12 semanas após a semeadura, podendo se estender até 10 meses, especialmente em locais de clima temperado com dias longos (Barbano et al., 2001). A fertilização do óvulo no ovário do milho ocorre de 12 a 36 horas após a polinização. O desenvolvimento do grão é concluído, em média, 60 dias após a fertilização, durante os quais há um aumento significativo de volume, cerca de 1400 vezes, do ovário até o grão. O grão de milho é considerado um fruto de uma semente, característico das gramíneas. Dentro do grão,

encontram-se o endosperma e o embrião. O endosperma compõe aproximadamente 85% da massa do grão, enquanto o embrião corresponde a cerca de 10%, e o pericarpo a 5% (Bresolin; Pons, 1983). O endosperma, em grande parte, é composto por amido, representando 86 a 89% do carboidrato total e 75% da proteína. Além disso, os grânulos de amido nas células do endosperma são constituídos por dois polissacarídeos de glicose, sendo 75% amilopectina e 25% amilose (Paes, 2008).

3.1.2 Origem e dispersão

O milho domesticado (*Zea mays* L. *ssp. mays*) é uma gramínea originária da Mesoamérica e pertencente ao gênero *Zea*, que inclui outras quatro espécies conhecidas coletivamente como teosinte (*Zea ssp.*) (Buckler; Stevens, 2005). Acredita-se que o milho tenha evoluído a partir do teosinte há aproximadamente 8.700 anos nas Terras Baixas do México, conforme evidências arqueológicas (Piperno et al., 2009). O México, até os dias atuais, preserva uma grande diversidade genética do milho (Orozco-Ramírez et al., 2017).

O processo de domesticação do milho teve início na América Central e foi disseminado por povos pré-colombianos para outras regiões. Dados arqueológicos indicam a presença do milho no Sudoeste dos Estados Unidos há 4.000 anos (Merrill et al., 2009), cruzando o Panamá há 7.500 anos (Piperno et al., 1985), chegando à Costa Peruana há 4.000 anos (Grobman et al., 2012), aos Andes (Bush et al., 2016) e às Terras Baixas da Amazônia boliviana há 6.500 anos (Brugger et al., 2016). Raças locais e achados arqueológicos sugerem que a população ancestral do milho na América do Sul tem origem no centro de domesticação mexicano, ocorrendo de forma isolada do pool gênico do teosinte e ainda em processo de domesticação. Com base em dados genômicos, linguísticos, arqueológicos e paleoecológicos, Kistler et al. (2018) sugerem que o Sudoeste da Amazônia seja um centro de domesticação secundário do milho. A dispersão do milho pelas Américas está associada a muitas modificações adaptativas, conferindo a este cereal uma grande variabilidade genética (Brieger et al., 1958).

A dispersão geográfica do milho, impulsionada por suas diversas formas de utilização, o posiciona como uma das espécies de maior variabilidade genética entre as plantas cultivadas. Entre as décadas de 1950 e 1960, foram propostas classificações do milho em raças por regiões, incluindo 52 raças brasileiras (Brieger et al., 1958; Paterniani; Goodman, 1977). Recentemente, as raças brasileiras de milho foram revisadas, resultando em uma nova classificação que identificou 16 novas raças (Silva et al., 2020). Até o momento, foram identificadas cerca de 300 raças de milho, cada uma com milhares de variedades (Paterniani et al., 2000). Essa

classificação fornece informações valiosas sobre a origem dos materiais cultivados, destacando a notável variabilidade da cultura que permite sua adaptação a diferentes condições ambientais.

Atualmente, o milho é uma espécie cultivada que atingiu o mais alto nível de domesticação, sendo de grande importância econômica e alimentar. Destacando-se por sua produção em larga escala e pela sua adaptabilidade a diversas condições ambientais, conforme observado por Pinheiro et al. (2021). Sua importância para a economia brasileira tem crescido, sendo que na safra 22/23 atingiu a marca de 137 milhões de toneladas, sendo cerca de 78% desse total proveniente do cultivo na segunda safra (CONAB, 2023). Isso posiciona o Brasil como o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, que alcançaram produções de 384 milhões e 277 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2023).

Apesar do milho apresentar um elevado potencial produtivo e responder positivamente a tecnologias, como destacado pela EMBRAPA (2019), no Brasil, a produção está significativamente vinculada à época de plantio, especialmente no caso da segunda safra. Para otimizar o aproveitamento do regime de chuvas, o plantio deve ser realizado imediatamente após a colheita da cultura de verão. Essa prática visa minimizar os riscos de perdas devido a condições climáticas desfavoráveis, ao mesmo tempo em que maximiza o potencial produtivo, conforme ressaltado por Simão et al. (2018).

O milho exibe características notáveis, como suas raízes em forma de escoras, que contribuem para a ancoragem eficaz do caule da planta, proporcionando uma absorção mais eficiente de sais minerais, conforme destacado por Fornasieri Filho (2007). Além disso, o endosperma do grão representa uma fonte significativa de carboidratos e proteínas, conferindo ao milho um importante valor nutricional, conforme apontado por Paes (2008). No entanto, é importante observar que o período vegetativo e o estágio de floração do milho podem variar em resposta a fatores climáticos, conforme ressaltado por Barbano et al. (2001).

Com a busca por cultivares que apresentem maior potencial produtivo e os avanços no campo do melhoramento genético, diversas variedades de milho são introduzidas no mercado, como destacado por Argenta et al. (2001) e Perazzo et al. (2013). No entanto, para além do potencial genético inerente às sementes das cultivares e de sua habilidade de adaptação a condições edafoclimáticas, a produção resultante de uma plantação também está diretamente relacionada ao sistema de plantio adotado (Cruz et al., 2012). Isso ocorre porque o arranjo espacial escolhido depende da capacidade da cultura em competir, ou seja, de sua habilidade de suportar densidades populacionais mais elevadas até determinado ponto.

Em termos simples, a capacidade produtiva de uma cultivar sujeita a diferentes densidades de plantio está vinculada ao seu genótipo, já que diferentes variedades de cultivares respondem de maneiras distintas ao manejo adotado (Alvarez et al., 2006; Silva et al., 2006). Portanto, para atingir o potencial máximo de produção em uma lavoura, torna-se essencial avaliar não apenas as características morfológicas e genéticas das cultivares, mas também o arranjo espacial utilizado (Santos et al., 2005; Cruz et al., 2012; Garcia et al., 2020). Essa abordagem holística permite otimizar o desempenho da cultura, considerando aspectos como a interação genótipo-ambiente e a resposta ao manejo, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável dos sistemas de cultivo de milho.

3.2 Histórico das empresas produtoras de sementes de milho.

No século XIX, o austríaco Gregor Mendel conduziu as primeiras experiências de aprimoramento vegetal, resultando na conhecida Lei de Mendel e estabelecendo as bases para o surgimento da biotecnologia (Souza; Tonin, 2015). Wilkinson e Castelli (2000) observam que, nesse período, as sementes tornaram-se mercadorias amplamente negociadas em toda a Europa. No entanto, foi nos Estados Unidos, em 1905, com a introdução do milho híbrido, que o mercado de sementes alcançou um novo patamar.

A técnica de hibridação, que caracteriza as sementes híbridas, permitiu a apropriação privada das variedades desenvolvidas, levando ao surgimento de grandes empresas no setor, como a Pioneer nos EUA e a Agrocerec no Brasil (Carvalho, 1997). No Brasil, a Agrocerec foi a pioneira como a primeira indústria privada de sementes, estabelecida em 1945, implementando um dos primeiros programas de pesquisa em milho híbrido na Universidade Estadual de Viçosa.

A partir da década de 1960, o Brasil testemunhou a entrada de empresas multinacionais no setor de sementes, como Sementes Cargill Ltda., Pioneer-Hy-Bred, Dekalb, Ciba-Geisy, Limagrain e Asgrow. No entanto, na década de 1970, a Agrocerec diversificou suas atividades, expandindo para o mercado de defensivos agrícolas e rações, e na década de 1980, ingressou na biotecnologia vegetal com a aquisição da empresa Biomatrix, antes de ser adquirida pela Monsanto em 1998 (Fuck; Bonacelli, 2007).

Os processos de fusões e aquisições representam estratégias-chave no mundo dos negócios, envolvendo a união de empresas com o objetivo de fortalecer sua posição no mercado ou adquirir recursos tecnológicos e de produção. Embora ambos os termos envolvam a integração de empresas, suas abordagens e resultados podem variar significativamente. Uma

fusão ocorre quando duas empresas decidem combinar seus recursos e operações para formar uma nova entidade. Nesse processo, as empresas envolvidas geralmente têm objetivos e ativos complementares, e a fusão pode ser vista como uma forma de aproveitar sinergias, reduzir custos e expandir sua presença no mercado. As fusões podem ser horizontais (entre empresas do mesmo setor), verticais (entre empresas em diferentes estágios da cadeia de suprimentos) ou conglomeradas (entre empresas de setores distintos). Já uma aquisição ocorre quando uma empresa compra a totalidade ou a maioria das ações de outra empresa, assumindo assim o controle dessa empresa adquirida. As aquisições podem ter diferentes motivações, como expandir o portfólio de produtos, acessar novos mercados, adquirir tecnologia ou simplesmente eliminar um concorrente do mercado. Ao contrário das fusões, onde uma nova entidade pode surgir, as aquisições geralmente resultam na absorção da empresa adquirida pela compradora, embora a marca e as operações possam ser mantidas ou integradas dependendo da estratégia (Araújo, 2022).

As fusões e aquisições de empresas vêm ocorrendo desde a década de 80, resultando na dominação de uma única empresa no mercado, conhecida como monopólio, ou em poucas instituições, caracterizando um oligopólio. Esses processos dificultam a entrada de novas empresas no mesmo setor, concentrando o poder nas mãos de poucos (Araújo, 2022).

Um exemplo citado por Souza e Veloso (2022) é a aquisição da Monsanto pela Bayer, que consolidou 70% do setor agroquímico no segmento de pesticidas e 60% na produção de sementes, dominado por apenas três empresas, configurando um oligopólio. Essas transações resultam em um cenário altamente competitivo, limitando a entrada de novos participantes no mercado. Dado o papel de destaque do Brasil no agronegócio mundial, a influência dessas movimentações globais é evidente. O artigo de Domingues, Silva e Miele (2018) destaca o impacto da aquisição da Monsanto pela Bayer, afetando significativamente o mercado brasileiro e gerando repercussões globais.

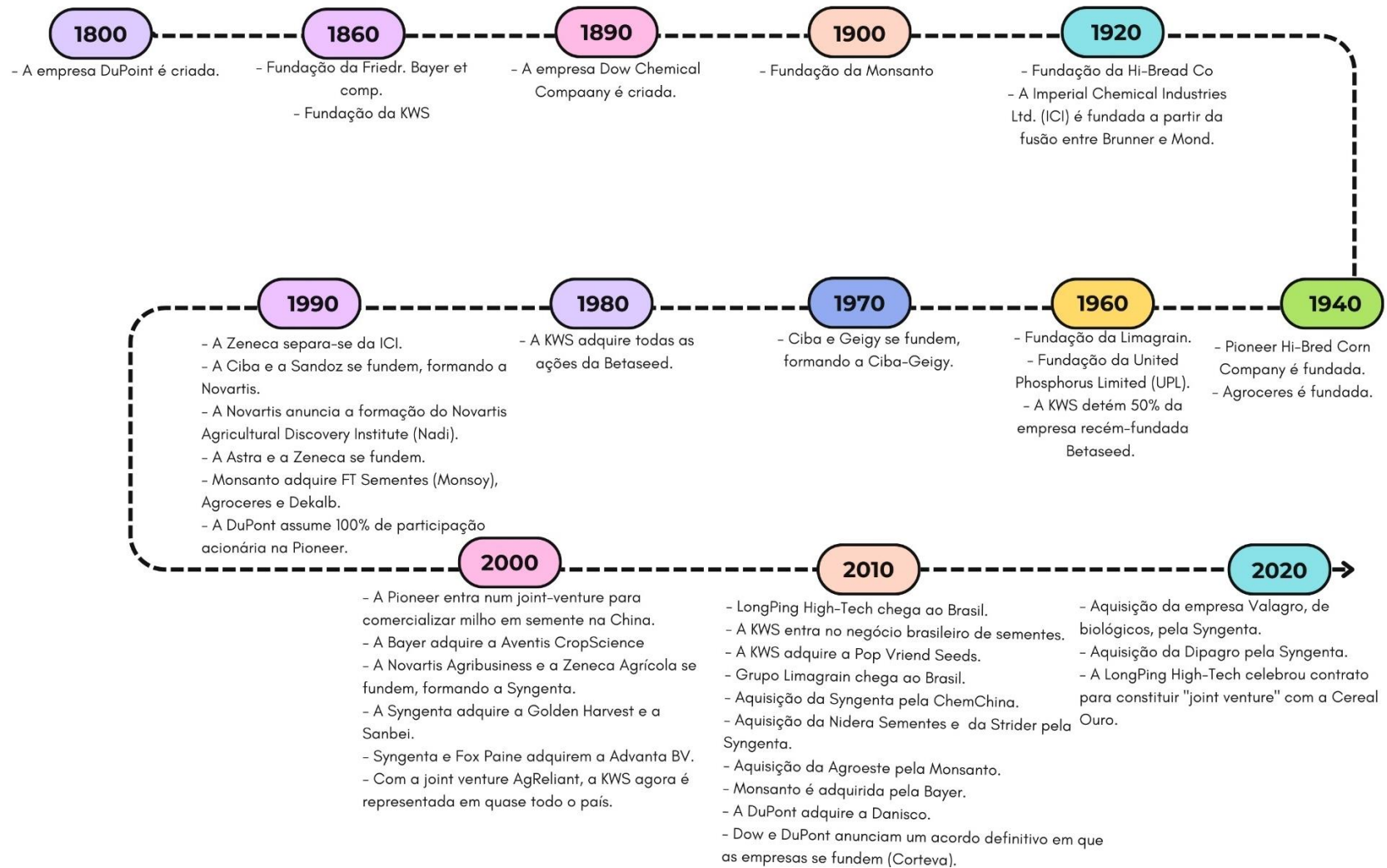
A aquisição mencionada teve um impacto direto na posição do Brasil no mercado mundial, conferindo à Bayer a liderança na produção de sementes e herbicidas. Esse novo paradigma global gerou incertezas, pois poderia prejudicar a produção de alimentos no mercado nacional.

No contexto nacional, fusões e aquisições têm impactos significativos, concentrando o setor nas mãos de poucas empresas e aumentando a influência de empresas estrangeiras. Isso também afeta as regulamentações locais, dificultando a supervisão do uso de agroquímicos, uma vez que as leis existentes eram específicas para determinados tipos de defensivos agrícolas. Diante desse cenário, Sousa e Veloso (2022) destacam a necessidade de criar leis que restrinjam

o uso de defensivos agrícolas prejudiciais ao meio ambiente e à saúde. No entanto, com o monopólio da Bayer no território nacional, implementar essas restrições torna-se desafiador.

No âmbito nacional, o papel dos agroquímicos cresce em paralelo ao aumento do setor agrícola, impulsionado por fusões e aquisições entre as principais empresas atuantes no país desde a década de 90. A autoridade antitruste nacional, ciente desse novo cenário, adotou medidas para minimizar os impactos negativos, incluindo a alienação de ativos pela Bayer à Basf. Segundo Costa (2019), a autoridade antitruste teve um papel crucial na diminuição dos efeitos adversos no mercado nacional de alimentos, assegurando medidas que protegessem a posição de liderança no cenário mundial. Com base em estudos e no referencial teórico apresentado, observa-se que as fusões e aquisições no mercado brasileiro de sementes impulsionaram ganhos de mercado para as principais empresas do setor, como Corteva, Basf, Bayer e Monsanto, permitindo diversificação, internacionalização e aumento do poder de mercado. No mercado de sementes ocorreram diversas fusões e aquisições como retrata a figura 2.

Figura 2: Fusões e Aquisições no Mercado de Semente.



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Conforme apresentado na Figura 2, é possível interpretar as principais fusões e aquisições que ocorreram ao longo dos anos no mercado de sementes. Essas transações comerciais foram estratégias que impulsionaram a expansão do setor agrícola, resultando no aumento da produtividade e lucratividade no Brasil, conforme destacado por Costa (2019).

O aumento expressivo nas pesquisas da área resultou em um considerável crescimento no número de cultivares disponíveis para as safras no Brasil, atingindo quase 500 cultivares na safra 2010/2011. No entanto, nos anos subsequentes, esse número experimentou uma queda acentuada devido à fusão de empresas multinacionais que detinham determinados materiais. Dentro das classificações internas, foram mantidos apenas os materiais considerados superiores, resultando na comercialização de 196 cultivares distintas para a safra 2019/2020 (Pereira Filho; Borghi, 2020).

Os materiais agrícolas podem ser categorizados em variedades, híbridos e linhagens, desempenhando papéis cruciais na diversificação das culturas. As variedades são o resultado de seleção natural e artificial, enquanto os híbridos são gerados a partir do cruzamento entre indivíduos distintos, resultando em plantas mais vigorosas e produtivas. Por outro lado, as linhagens referem-se a uma sucessão de indivíduos que descendem uns dos outros por reprodução assexuada ou sexual. Em genética, o termo linhagem pode também se aplicar a uma população de células geneticamente idênticas. A combinação desses elementos é fundamental para garantir a adaptabilidade, produtividade e consistência das culturas agrícolas.

Esses materiais são predominantemente concentrados nas principais empresas como a Bayer & Monsanto ocupando 45% do mercado, seguida pela Corteva com 38,5% e a Syngenta com 16%. Essa concentração de variedades nas mãos dessas empresas reflete o impacto das fusões e aquisições no mercado de cultivares, restringindo a diversidade e evidenciando a influência das grandes corporações nesse setor.

Além da tecnologia de cruzamentos de linhagens contrastantes, que representa 79% das cultivares disponíveis para a safra, a inserção de eventos de transgenia na semente é de grande importância, facilitando os manejos na condução da lavoura para os produtores. Assim, na safra 2019/2020, das 196 cultivares disponíveis, 131 apresentavam eventos transgênicos, correspondendo a 66,8% do total, enquanto as outras 65 eram cultivares convencionais (Pereira Filho; Borghi, 2020). Ainda segundo os autores os principais eventos de transgenia incluem tecnologias conhecidas pelos nomes Powercore™ Ultra, Agrisure Viptera 3 e VT PRO4, representando cerca de 50% do total das cultivares.

No setor de materiais genéticos, marcas muitas vezes se tornam subsidiárias ao serem absorvidas por grandes empresas. A compra da Monsanto pela Bayer, em 2016, por US\$ 63

bilhões, fez da Bayer a líder mundial no segmento de sementes e agrotóxicos. Apesar das aquisições, a Bayer optou por preservar marcas como a DEKALB, contribuindo para um maior domínio do mercado (Presse, 2018).

Para a Syngenta, a incorporação das tecnologias da marca NK nos anos 2000, e o investimento na marca NK no Brasil após a aquisição da NIDERA Sementes em 2018, fortaleceram consideravelmente o portfólio da empresa, destacando sua relevância na cadeia sementeira do agronegócio brasileiro (Salles, 2021; Moreira, 2019).

A Corteva, por sua vez, ocupa uma boa parcela de mercado e tem um bom faturamento devido à presença de marcas importantes em seus bancos de sementes, como DOW DUPONT, Pioneer Sementes e BREVANT Sementes (Navarro, 2019).

No contexto brasileiro, a multiplicação de híbridos ocorre em grande parte no território nacional. Contudo, a independência do Brasil nesse setor seria possível mediante a inserção de tecnologias nacionais para resistência a herbicidas e insetos, uma vez que as tecnologias atuais são estrangeiras, envolvendo negociações de royalties anuais.

Investir em tecnologias de melhoramento convencional surge como uma alternativa viável e mais econômica. A seleção massal em linhagens naturalmente resistentes ao Glufosinato e Glifosato, principais herbicidas usados na pós-emergência na cultura do milho, representa uma abordagem que incorpora a pressão da seleção natural, selecionando e multiplicando indivíduos mais adaptados ao ambiente (Moreira, 2019).

3.3 A questão dos transgênicos dentro do panorama do melhoramento genético do milho

A transgenia é um processo essencial na agricultura moderna, onde genes de uma espécie são introduzidos deliberadamente em outra, criando organismos geneticamente modificados (OGMs) ou transgênicos. Essa técnica é amplamente utilizada para conferir características desejáveis às plantas, como resistência a pragas, tolerância a herbicidas e aumento do teor de nutrientes. Quando um gene ou conjunto de genes é inserido em um organismo receptor, isso é conhecido como um evento transgênico (Purugganan; Fuller, 2009).

Além disso, a piramidação é uma estratégia que envolve a introdução de múltiplos genes transgênicos em uma única planta para conferir várias características desejáveis. Com isso, pode-se dizer que esta é uma técnica eficaz para melhorar a eficiência e a durabilidade das características desejadas nas plantas transgênicas (Purugganan; Fuller, 2009).

O constante progresso no melhoramento genético do milho tem resultado no desenvolvimento e comercialização de cultivares com maior potencial produtivo, ciclos

variados, arquitetura mais ereta e porte baixo. Essas variedades são mais resistentes ao acamamento e quebramento de plantas, facilitando a sucessão com outras culturas e a mecanização. Além disso, essas cultivares permanecem menos tempo sujeitas às condições adversas do campo, o que contribui para alcançar melhores lucros na produção (Argenta et al., 2001).

O primeiro passo na produção de uma cultura é a escolha da semente. O resultado de uma lavoura de milho é consequência do potencial genético da semente, das condições edafoclimáticas do local de plantio e do manejo da plantação. De maneira geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final. A escolha adequada da semente pode ser determinante para o sucesso da lavoura. O aumento do rendimento do milho nos principais locais de produção no Brasil desde meados do século XX segue um modelo semelhante ao empregado nos Estados Unidos, com o uso de sementes híbridas de elevado potencial de rendimento (melhoramento genético), maior utilização de fertilizantes e defensivos, alta densidade de semeadura, uso de tratores e implementos agrícolas eficientes, além do emprego do sistema de plantio direto na palha (Cruz et al., 2012).

A utilização conjunta de variedades melhoradas, insumos e técnicas de cultivo adequados tem contribuído para o aumento progressivo do rendimento das lavouras. A seleção baseada no porte de plantas, com preferência por plantas de baixa arquitetura, baixa inserção da primeira espiga, grande quantidade de grãos e elevada quantidade de matéria seca no colmo, resultou em plantas mais eficientes, com elevadas produções, baixo percentual de tombamento e facilidade na colheita mecanizada (Cruz; Pereira Filho, 2008). Esse progresso reflete a importância do melhoramento genético na otimização da produção de milho, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da agricultura (Tabela 2).

Tabela 2: Eventos de milho transgênico no Brasil.

Evento	Alvo(s)	Empresa Detentora	Data de aprovação Comercial
MON810	Resistência a insetos (principalmente a broca do milho)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2008
Bt11	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho)	Syngenta (agora parte da ChemChina)	2007
TC1507	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho)	Dow AgroSciences (agora parte da Corteva Agriscience)	2010
NK603	Tolerância a herbicidas (principalmente o glifosato)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2008
DAS-81419-2	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho) e tolerância a herbicidas	Dow AgroSciences (agora parte da Corteva Agriscience)	2012
TC1021	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho)	Dow AgroSciences (agora parte da Corteva Agriscience)	2015

Evento	Alvo(s)	Empresa Detentora	Data de aprovação Comercial
MON89034	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2010
MON87411	Tolerância a herbicidas (principalmente o glifosato)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2013
TC1501	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho)	Dow AgroSciences (agora parte da Corteva Agriscience)	2018
MON87419	Tolerância a herbicidas (principalmente o glifosato)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2014
MON88017	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2011
DAS-40278-9	Tolerância a herbicidas (principalmente o 2,4-D)	Dow AgroSciences (agora parte da Corteva Agriscience)	2017
MON87460	Tolerância a herbicidas (principalmente o glufosinato de amônio)	Monsanto (agora parte da Bayer)	2015
DAS-44406-6	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho) e tolerância a herbicidas	Dow AgroSciences (agora parte da Corteva Agriscience)	2017
Bt11xGA21	Resistência a insetos (principalmente a lagarta do cartucho) e tolerância a herbicidas	Syngenta (agora parte da ChemChina)	2020

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

3.3.1 Melhoramento genético

Historicamente, o desenvolvimento de cultivares com características desejáveis, como maior produtividade, resistência a pragas ou maior valor nutricional, baseou-se principalmente em métodos de seleção de alelos favoráveis de ocorrência natural ou induzidos por mutagênese não específica. Embora esses métodos tenham contribuído significativamente, apresentam limitações, como a seleção fenotípica sem conhecimento das bases moleculares e fisiológicas envolvidas (Purugganan; Fuller, 2009).

No melhoramento genético clássico, a diversidade é obtida pela recombinação da variabilidade pré-existente durante o cruzamento entre plantas da mesma espécie ou de espécies sexualmente compatíveis. São necessários muitos cruzamentos e seleções para introduzir alelos desejáveis e aumentar a variabilidade, pois a recombinação dos genes parentais é aleatória (Gepts, 2002). Efeitos gênicos aditivos predominam sobre os efeitos epistáticos de dominância na maioria das espécies agrônomicas, e todos os métodos de melhoramento capitalizam tais efeitos (Hallauer; Miranda, 1988).

Os melhoristas enfrentam obstáculos como recursos econômicos limitados, falta de área experimental e mudanças nas normas para o lançamento de novos cultivares. O programa de melhoramento deve ser flexível para ajustar-se a novos objetivos, oportunidades de mercado e ferramentas tecnológicas que aumentem a eficiência de seleção (Borém, 2013; Chaves, 2001).

Apesar dos avanços, a variabilidade genética foi reduzida ao longo dos anos, limitando o potencial de melhoramento para muitas características (Chen et al., 2019). Mesmo os programas de melhoramento assistido por marcadores moleculares, que identificam e garantem a presença do alelo introduzido, têm limitações (Xu; Crouch, 2008). Os marcadores moleculares são ferramentas biotecnológicas que auxiliam na localização de regiões genômicas responsáveis por características agrônomicas relevantes e direcionam cruzamentos, diminuindo o tempo necessário para gerar cultivares elite. A incorporação de genes Bt em linhagens elites é considerada estratégica para o desenvolvimento de cultivares resistentes, oferecendo a possibilidade de híbridos mais resistentes pela combinação de linhagens parentais com resistência clássica e transgênica (Das et al., 2017).

3.3.2 Biotecnologia

O milho destaca-se como o vegetal com a maior diversidade de variedades melhoradas, tornando-se especialmente visado com a introdução da tecnologia de DNA recombinante e o surgimento dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). Essas inovações resultaram no lançamento global de novas variedades geneticamente modificadas (GM), caracterizadas pela inserção de genes adicionais que conferem tolerância a herbicidas ou resistência a insetos (Pechanova et al., 2013).

A variabilidade genética, um princípio fundamental da vida, desempenha um papel crucial no desenvolvimento do reino vegetal. A introdução de nova variabilidade genética ao germoplasma é possível por meio de técnicas como mutações crossing over desigual, transformação via DNA recombinante e mutações somaclonais. Esses métodos facilitam a incorporação de novos genes mutantes ao genoma de cultivares melhorados (Borém, 1997).

A edição genética, parte integrante da biogenética ou engenharia genética, é um processo em que um fragmento de DNA é identificado, removido e substituído por um novo fragmento. Outra abordagem possível é permitir que os mecanismos celulares assumam o controle e reparem a sequência por conta própria após a remoção do fragmento problemático. Essas técnicas possibilitam aos cientistas adicionar, remover ou modificar o DNA conforme necessário para atingir objetivos específicos no campo da biotecnologia (Chaparro-Garcia, 2015).

O desenvolvimento do milho transgênico utiliza a tecnologia do DNA recombinante, que surgiu em 1992. Esse avanço permitiu isolar, manipular e identificar genes em organismos vivos, viabilizando o corte de pequenos fragmentos de DNA de um genoma para inserção em

outro organismo. A produção de alimentos transgênicos inicia-se com a seleção de um gene de interesse, fundamental para o organismo receptor, sendo isolado e introduzido nesse organismo. Esse processo requer cuidado para evitar danos e ocorre em células capazes de regenerar um organismo completo (Doudna, 2014).

Nos últimos trinta anos, o progresso da agricultura moderna tem sido impulsionado por técnicas de edição de genomas, como TALENs, ZFNs e, notavelmente, o sistema CRISPR/Cas. Este último se destaca pela sua simplicidade, especificidade, eficiência, versatilidade, robustez e custo reduzido. Sua aplicação bem-sucedida resulta em culturas agrícolas com maior produtividade, qualidade e resistência a fatores bióticos e abióticos, trazendo benefícios para produtores, consumidores e meio ambiente (Molinari, 2020).

A história da tecnologia CRISPR-Cas9 começou em 1987, quando Ishino e colaboradores identificaram uma região no genoma da bactéria *Escherichia coli* denominada CRISPR. Essa região, composta por repetições palindrômicas curtas agrupadas e regularmente espaçadas, junto com genes associados (Cas), foi a base para a revolucionária tecnologia CRISPR/Cas (Jansen et al., 2002; Mojica et al., 2000).

Os avanços no sistema CRISPR/Cas possibilitaram diversas melhorias, desde a mutagênese de loci específicos até a geração de variedades comerciais com alelos elite, reduzindo significativamente o tempo e os custos associados aos métodos tradicionais de introgressão (Molinari, 2020).

A questão central reside em como aumentar a produção de milho, e há apenas duas abordagens principais: expandir a área cultivada ou aumentar a produtividade por meio da aplicação de tecnologia agrícola. Reduzir as perdas causadas por pragas é uma estratégia eficaz para aumentar a produtividade. Na cultura do milho, pragas como a lagarta-do-cartucho demandam múltiplas aplicações de agrotóxicos por safra. Para minimizar danos causados por insetos-praga, surgem as plantas transgênicas com atividade inseticida, conhecidas como milho Bt. Essas variedades incorporam uma toxina da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), altamente específica para larvas de insetos (EMBRAPA, 2009).

A preocupação com a possível mistura de milho Bt em lavouras não-transgênicas é válida, uma vez que o fluxo gênico no milho é possível. Estratégias específicas são necessárias para permitir a coexistência segura entre as duas variedades. Isolamento, prática empregada em lavouras de milhos especiais desde 1920, exemplifica estratégias de coexistência utilizadas por melhoristas de milho (Gelvin, 2010).

A coexistência do milho transgênico e não-transgênico não é novidade e envolve práticas agrícolas que permitem aos agricultores produzir grãos convencionais, transgênicos ou

orgânicos, conforme os padrões de pureza estabelecidos por lei. No Brasil, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) estabeleceu regras para garantir essa coexistência e preservar a liberdade de escolha dos produtores (Duarte, 2007).

A tecnologia Roundup Ready no milho, semelhante à aplicada na soja, possibilita que a cultura continue seu desenvolvimento mesmo após a aplicação do herbicida à base de glifosato em pós-emergência. Esse herbicida, com ingrediente ativo o glifosato, inibe a enzima EPSPS, crucial na biossíntese de aminoácidos aromáticos. A proteína CP4 EPSPS, derivada de *Agrobacterium sp.*, cepa CP4, confere tolerância ao glifosato, permitindo que as plantas de milho Roundup Ready continuem a crescer após a aplicação do herbicida (Buchanan, 2001).

Em 1998, a empresa AgrEvo solicitou a liberação comercial do milho transgênico Liberty Link T25, alegando seu substancial equivalência ao milho convencional. Essa variedade foi geneticamente modificada para ser tolerante ao herbicida glufosinato de amônio, um produto tóxico para vegetais. A tecnologia Liberty Link envolve a inserção de genes de um vírus e duas bactérias, conferindo resistência ao herbicida (Abreu, 1998).

3.3.3 Cenário atual de cultivares de milho

Com a dinâmica do avanço no melhoramento genético e na biotecnologia aplicados ao milho, a cada ano surgem novas variedades do cereal, mais eficientes e com novos eventos transgênicos. Essas cultivares inovadoras apresentam maior produtividade por hectare devido a uma arquitetura foliar mais apropriada para a captação eficiente de luz. Além disso, possibilitam uma maior densidade de semeadura por área, otimizando a utilização de água e nutrientes, e contribuem para o controle de plantas daninhas ao cobrir rapidamente o solo, gerando sombreamento que interfere no desenvolvimento de invasoras. Graças aos novos eventos transgênicos, essas cultivares são mais tolerantes ou resistentes a pragas que afetam a cultura (Pereira Filho; Borghi, 2022).

É importante destacar que o aumento no número de cultivares transgênicas resulta em uma expansão da área cultivada com milho que incorpora alguma tecnologia na semente. Isso permite que as plantas se tornem resistentes ou tolerantes a herbicidas específicos, como glifosato e glufosinato de amônio, utilizados em sistemas de rotação e sucessão de cultivos, tanto no verão quanto nas safras subsequentes. Além das vantagens mencionadas, o mercado oferece híbridos com recursos que conferem maior tolerância ao déficit hídrico, como a tecnologia AquaMAX® (Pereira Filho; Borghi, 2022).

As tecnologias disponíveis no mercado de sementes de milho, como AquaMAX®, Trecepta, VT PRO 2, VT PRO 3, VT PRO 4, AgrisureViptera 2, AgrisureViptera 3, Leptera, PowerCore e PowerCore Ultra, ampliam a versatilidade da área cultivada com milho para diversas condições de clima e solo. As cultivares mais recentemente lançadas são mais resistentes ou tolerantes às principais doenças que afetam a cultura, como enfezamentos, mancha-branca, cercosporiose, entre outras (Pereira Filho; Borghi, 2022).

O cenário fitopatológico no milho tem evoluído com a transição da época de cultivo do verão para a safrinha desde 2011/2012. Condições ambientais, escolha do híbrido, estágio de desenvolvimento da lavoura e práticas agronômicas influenciam a ocorrência de doenças. O germoplasma também desempenha um papel crucial, conferindo à planta a capacidade natural de defesa contra doenças por meio de mecanismos de resistência ou tolerância (Pereira Filho; Borghi, 2022).

A biotecnologia tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de práticas e produtos eficazes no controle de doenças, tornando a agricultura mais sustentável. No levantamento de cultivares de milho para a safra 2022/2023, observou-se o lançamento de 98 novos híbridos, sendo 98,7% transgênicos e 5,3% convencionais. Os eventos mais frequentes nesta safra são AgrisureViptera 3, PowerCore Ultra e VT PRO 3. O evento VT PRO 4, apresentado na safra anterior, ganhou destaque neste levantamento, com expectativa de se tornar uma das tecnologias mais utilizadas nas próximas safras, devido ao seu controle abrangente de lagartas e resistência a herbicidas (Pereira Filho; Borghi, 2022).

A predominância no lançamento de novas cultivares concentra-se em ciclos precoces, especialmente devido à expansão da área de milho plantada na segunda safra após a colheita da soja. Na safra atual, cultivares de ciclo precoce representam 71,43% dos novos materiais. No Brasil, as três épocas de cultivo de milho (verão, outono/safrinha e terceira época) exigem cultivares adaptadas, e 66,3% das cultivares no mercado podem ser cultivadas em ambas as safras. A região Nordeste, incluindo Sealba, apresenta 29,59% de novos materiais, indicando uma resposta às demandas regionais (Pereira Filho; Borghi, 2022).

4 CONCLUSÃO

Ao fim da pesquisa nota-se que o histórico de fusões e aquisições no setor de empresas de sementes reflete uma tendência de consolidação impulsionada por fatores como a busca por inovação, eficiência e a crescente demanda por alimentos. A pesquisa e desenvolvimento tornaram-se áreas cruciais de investimento, e as fusões proporcionam uma maneira eficaz de consolidar recursos. Desafios regulatórios incentivam a união para enfrentar complexidades de conformidade. No entanto, a consolidação levanta preocupações sobre a concentração de poder e seus impactos na concorrência, escolhas para os agricultores e controle de recursos genéticos.

Encontrar um equilíbrio entre inovação, eficiência e diversidade no setor agrícola será crucial para o futuro, dependendo da resposta eficaz de governos e organizações internacionais na regulamentação dessas atividades.

5 REFERÊNCIAS

- ABREU, A.; DODÔ, H. Carta Agr 0211/98 da empresa AgrEvo para Ministério da Ciência e Tecnologia. [**Carta**]. 27 de novembro de 1998.
- ALVARENGA, Ramon Costa et al. Cultivo do milho. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, p. 5226-2016, 2010.
- ALVAREZ, Cláudio Garcia Durán; VON PINHO, Renzo Garcia; BORGES, Iran Dias. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 402-408, 2006.
- ALVES, Gilcean Silva. A biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem. **Holos**, v. 2, 2004.
- ARGENTA, Gilber et al. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 71-78, 2001.
- BARBANO, Marcelo Trevizan et al. Temperatura-base e acúmulo térmico no subperíodo semeadura-florescimento masculino em cultivares de milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 261-268, 2001.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 20. ed. Viçosa: Editora UFV, 1997. 547 p.
- BOTELHO, Louise Lira Roedel; DE ALMEIDA CUNHA, Cristiano Castro; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- BRASIL. Lei n.º 8.794/95, de 5 de janeiro de 1995. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 133, n. 5, 6 jan. 1995. Seção I, p. 1-3.
- BRASIL. Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. Lei de Biossegurança. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 162, n. 58, 28 mar. 2005. Seção I, p. 1-5.
- BRESOLIN, M.; PONS, A. L. Botânica do milho [Zea mays]. **IPAGRO Informa**, 1983.
- BRIEGER, F. G. et al. Races of maize in Brazil and other eastern south American Countries. 1958.
- BRUCH, Kelly Lissandra et al. Barreiras à entrada no mercado brasileiro de sementes transgênicas. **CEP**, v. 4, p. 979-90, 2005.
- BRUGGER, Sandra O. et al. Long-term man–environment interactions in the Bolivian Amazon: 8000 years of vegetation dynamics. **Quaternary Science Reviews**, v. 132, p. 114-128, 2016.
- BUCHANAN, Bob B.; GRUISSEM, Wilhelm; JONES, Russell L. (Ed.). **Biochemistry and molecular biology of plants**. John Wiley & sons, 2015.

BUCKLER, Edward S.; STEVENS, Natalie M. Maize origins, domestication, and selection. In: **Darwin's harvest: New approaches to the origins, evolution, and conservation of crops**. Columbia University Press, 2006. p. 67-90.

BUSH, Mark B. et al. A 6900-year history of landscape modification by humans in lowland Amazonia. **Quaternary Science Reviews**, v. 141, p. 52-64, 2016.

CHAPARRO-GARCIA, Angela; KAMOUN, Sophien; NEKRASOV, Vladimir. Boosting plant immunity with CRISPR/Cas. **Genome biology**, v. 16, n. 1, p. 1-4, 2015.

CHEN, K.; WANG, Y.; ZHANG, R.; ZHANG, H.; GAO, C. CRISPR/Cas edição e precisão do genoma e melhoramento de plantas na agricultura. **Revisão Anual de Biologia Vegetal**, v. 70, p. 667-697, 2019.

CNTBIO. Legislações. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/>>. Acesso em: 25/07/2023

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra 2022/23: Produção de grãos pode chegar a 308 milhões de t impulsionada pela boa rentabilidade de milho, soja e algodão**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4731-safra-2022-23-producao-de-graos-pode-chegar-a-308-milhoes-de-toneladas-impulsionada-pela-boa-rentabilidade-de-milho-soja-e-algodao>. Acesso em 14 de fevereiro de 2023.

CONTINI, Elisio et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. CONTINI, Elisio et al. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. **Brasília: Embrapa. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)**, 2019.

COSTA, Nilson Luiz; DE SANTANA, Antônio Cordeiro. CONCENTRAÇÃO INDUSTRIAL NO SEGMENTO DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DA SOJA NO BRASIL.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, IA GONTIJO NETO. MM Milho para silagem. **Sete Lagoas, MG: Agencia Embrapa de Informação tecnológica, Embrapa Milho e Sorgo**, 2012.

DAS, G.; PRATA, J.K. BAEK, K. H. Insight into MAS: uma ferramenta molecular para o desenvolvimento de resistência ao estresse e qualidade do arroz através do empilhamento de genes. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, artigo 985, 2017.

DE CARVALHO, Sergio Medeiros Paulino. Proteção de cultivares e apropriabilidade econômica no mercado de sementes no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 14, n. 3, p. 363-409, 1997.

DE OLIVEIRA LIMA FILHO, Dario; BUENO, Luiz Carlos. O agronegócio da soja: análise competitiva da indústria de produção de sementes de soja em Mato Grosso do Sul.

DOUDNA, Jennifer A.; CHARPENTIER, Emmanuelle. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. **Science**, v. 346, n. 6213, p. 1258096, 2014.

DUARTE, J. de O. GARCIA, J. C.; CRUZ, J.C. **Aspectos econômicos da produção de milho transgênico**. Circular técnica. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas MG: Dez 2009.

EMBRAPA. Manejo Integrado de pragas em lavouras plantadas com milho geneticamente modificado com gene bt (Milho Bt). 2009. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/milhoBT.htm.

FORNASIERI FILHO, Domingos. **Manual da cultura do milho**. Funep, 2007.

FUCK, Marcos Paulo; BONACELLI, Maria Beatriz. A Pesquisa Pública e a Indústria Sementeira nos Segmentos de Semente de Soja e Milho Híbrido no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 6, n. 1, p. 87-121, 2007.

GARCIA, Pedro Henrique de Melo et al. Valor nutricional da silagem de genótipos de milho e sorgo cultivados em duas densidades de semeadura. 2018.

GELVIN, Stanton B. Plant proteins involved in Agrobacterium-mediated genetic transformation. **Annual review of phytopathology**, v. 48, p. 45-68, 2010.

GEPTS, P. Uma comparação entre domesticação de culturas, melhoramento clássico de plantas e engenharia genética. **Crop Science**, v. 42, p. 1780-1790, 2002.

GROBMAN, Alexander et al. Pre-ceramic maize from paredones and huaca prieta, Peru. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 5, p. 1755-1759, 2012.

INGRAM, L.; HUSSEY, J.; TIGANI, M.; HEMMELGARN, M. **Writing a literature review and using a synthesis matrix**. Disponível em: <http://www.ncsu.edu/tutorial_center/writespeak> Acesso em: 10 de fevereiro de 2023.

JANSEN, R. VAN EMBDEN, J.; GAASTRA, W.; SCHOOLS, L. Identificação de genes associados a repetições de DNA em procariontes. **Microbiologia Molecular**, v. 43, n. 6, pág. 1565-1575, 2002.

KISTLER, Logan et al. Multiproxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. **Science**, v. 362, n. 6420, p. 1309-1313, 2018.

KLOPPER, R.; LUBBE, S.; RUGBEER, H. The matrix method of literature review. **Alternation, Cape Town**, v. 14, n. 1, p. 262-276, 2007.

MAGALHAES, Paulo C.; DURÃES, Frederico OM. Fisiologia da produção de milho. 2006.

MASSOLA, Marilise Pagliosa. **A organização da pesquisa agrícola privada cooperativa: um estudo de caso da Coodetec**. 2002. Tese de Doutorado. [sn].

MERRILL, William L. et al. The diffusion of maize to the southwestern United States and its impact. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 50, p. 21019-21026, 2009.

MIRANDA, R. A. de. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

MOJICA, F.J.; DÍEZ-VILLASEÑOR, C. SORIA, E.; JUEZ, G. Significado biológico de uma família de repetições regularmente espaçadas nos genomas de Archaea, Bacteria e mitocôndrias. **Molecular Microbiologia**, v. 36, n. 1, pág. 244-246, 2000.

MORAIS, Tâmara Prado de et al. Adubação nitrogenada e inoculação com *Azospirillum brasilense* em híbridos de milho. 2012.

OROZCO-RAMÍREZ, Quetzalcóatl; PERALES, Hugo; HIJMANS, Robert J. Geographical distribution and diversity of maize (*Zea mays* L. subsp. *mays*) races in Mexico. **Genetic resources and crop evolution**, v. 64, p. 855-865, 2017.

PAES, Maria Cristina Dias. Manipulação da composição química do milho: impacto na indústria e na saúde humana. [http://www. infobibos. com/Artigos/2008_4/Milho/Index. htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/Milho/Index.htm)> Acesso em novembro de 2023, v. 19, n. 01, p. 2015, 2008.

PATERNIANI, Ernesto; GOODMAN, M. **Races of maize in Brazil and adjacent areas**. CIMMYT, 1978.

PATERNIANI, Ernesto; NASS, L. L.; DOS SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. **Uma história brasileira do milho-o valor dos recursos genéticos**, 2000.

PECHANOVA, Olga et al. Maize proteomics: an insight into the biology of an important cereal crop. **Proteomics**, v. 13, n. 3-4, p. 637-662, 2013.

PERAZZO, Alexandre Fernandes et al. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1771-1776, 2013.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGHI, E. Sementes de milho: nova safra, novas cultivares e continua a dominância dos transgênicos. 2020.

PIPERNO, Dolores R. et al. Pre-ceramic maize in central Panama: phytolith and pollen evidence. **American Anthropologist**, v. 87, n. 4, p. 871-878, 1985.

PIPERNO, Dolores R. et al. Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium BP maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 106, n. 13, p. 5019-5024, 2009.

QUEIROZ, L. R. Leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura do milho. **Campos dos Goytacazes–RJ. Tese de doutorado–Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro–UENF, 72p**, 2006.

RITCHIE, Steven W.; HANWAY, John J.; BENSON, Garren O. Como a planta de milho se desenvolve. **Informações agronômicas**, v. 103, p. 1-19, 2003.

ROTHER, E. T. Revisão Sistemática x Revisão Narrativa. **Acta Paul Enferm.** v. 20, n. 2, 2007.

SANTOS, FG dos; CASELA, C. R.; WAQUIL, J. M. Melhoramento de sorgo. **BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas**, v. 2, p. 605-658, 2005.

SILVA, Natalia Carolina de Almeida et al. Milhos das terras baixas da América do Sul e conservação da agrobiodiversidade no Brasil e no Uruguai. 2020.

SILVA, PRF da et al. Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho. **Porto Alegre: Evangraf**, p. 63, 2006.

SOUSA, R. H. M.; TONIN, J. M. **Análise da concentração na indústria de sementes de soja brasileira no período de 1998 a 2013**. Maringá, 2015

TOLEDO, FF de. Tecnologia das sementes. **Melhoramento e produção de milho**, 1987.

WILKINSON, J.; PESANHA, L. CASTELLI, PG A transnacionalização da indústria de sementes no Brasil: Biotecnologias, patentes e biodiversidades. **ActionAid Brasil, Rio de Janeiro**, 2000.

YAMAMURA, Simone. **Plantas transgênicas e propriedade intelectual: ciência, tecnologia e inovação no Brasil frente aos marcos regulatórios**. 2006. Tese de Doutorado. [sn].



Universidade Federal
de São João del-Rei

ANEXO A

Termo de autorização para publicação no Repositório Institucional da UFSJ

Eu Laura Flores Nogueira, RG: MG -19.620.079, Org. Exp.: Polícia Civil, CPF: 111181986-62 e-mail: lauraflores2021@outlook.com, telefone (37) 99846-1380, na qualidade de titular dos direitos de autor que recaem sobre minha produção:

(X) trabalho de conclusão de curso () dissertação de mestrado () tese de doutorado

() _____ (outro)

Título: HISTÓRICO DO MERCADO DE SEMENTES DE MILHO NO BRASIL, defendida em: 04/03/2024, no programa de (X)Graduação ()Pós-Graduação em ENGENHARIA AGRONÔMICA, com fundamento nas disposições sobre direitos autorais (Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998), autorizo a Universidade Federal de São João del-Rei a disponibilizar gratuitamente a obra citada, sem ressarcimento de direitos autorais, para fins de leitura e impressão, a título de divulgação da produção científica gerada pela universidade, a partir desta data. Autorizo a liberação:

(X) Total

() Parcial (serão disponibilizados apenas resumo, palavras-chave, e os dados: autor, título, membros da banca examinadora, data de defesa, entre outros).

Motivo: _____.

Obs.:

- No caso de liberação parcial, a dissertação/tese impressa não poderá ser consultada no acervo.
- Estou ciente que, em caso de liberação parcial, o documento será mantido nesta opção durante 1 (um) ano a partir da data de autorização da publicação. Para ampliação deste prazo, devo manifestar-me junto a Dibib/UFSJ. Para liberação antes do prazo estipulado, formalizarei a autorização. Se não houver manifestação, o texto completo da dissertação/tese será liberado em sua totalidade e a versão impressa será disponibilizada para consulta.
- O conteúdo disponibilizado é de minha inteira responsabilidade.

Sete Lagoas, MG, 04 de março de 2024.

Assinatura do Autor